

09/486890

PCT/JP99/03654

EkU

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

06 07.99

REC'D 20 AUG 1999

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1998年 7月 6日

出 願 番 号  
Application Number:

平成10年特許願第189542号

出 願 人  
Applicant(s):

日本写真印刷株式会社

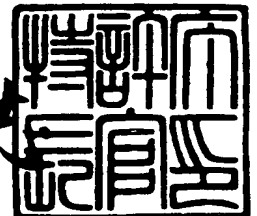
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 7月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3051693

【書類名】 特許願

【整理番号】 10020H

【提出日】 平成10年 7月 6日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 G06F 3/033

【発明の名称】 透明タッチパネル

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内

【氏名】 面 了明

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内

【氏名】 稲子 吉秀

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内

【氏名】 松川 陽介

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内

【氏名】 坂根 正恭

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内

【氏名】 西川 和宏

【特許出願人】

【識別番号】 000231361

【郵便番号】 604  
【住所又は居所】 京都府京都市中京区壬生花井町 3 番地  
【氏名又は名称】 日本写真印刷株式会社  
【代表者】 古川 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 054209  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 透明タッチパネル

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部電極基板に設けられた透明導電膜からなる下部電極と、上部電極基板に設けられた透明導電膜からなる上部電極とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径 ( $R$ ) が  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  であることを特徴とする透明タッチパネル。

【請求項 2】 下部電極基板に設けられた透明導電膜からなる下部電極と、上部電極基板に設けられた透明導電膜からなる上部電極とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜が、その表面の算術平均粗さ ( $R_a$ ) が  $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ ( $R_{ms}$ ) が 0.6 以上であることを特徴とする透明タッチパネル。

【請求項 3】 下部電極基板に設けられた透明導電膜からなる下部電極と、上部電極基板に設けられた透明導電膜からなる上部電極とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径 ( $R$ ) が  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  であり、かつ、透明導電膜表面の算術平均粗さ ( $R_a$ ) が  $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ ( $R_{ms}$ ) が 0.6 以上であることを特徴とする透明タッチパネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、安定した軽タッチ入力可能な透明タッチパネルに関する。この発明の透明タッチパネルは、液晶表示装置、エレクトロルミネッセンス素子、プラズマディスプレイ素子、蛍光表示管、フィールドエミッションディスプレイなどのフラットディスプレイの表示画面に積層して入力装置として使用される透明タッチパネルとして特に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

透明タッチパネルに使用される透明導電膜は、一般にATO（酸化アンチモン／酸化スズ）、FTO（酸化スズ／フッソドープ）、ITO（酸化インジウム／酸化スズ）、FATO（酸化アンチモン／酸化スズ／フッソドープ）などの金属酸化物が用いられている。とりわけ抵抗膜式アナログタイプの透明タッチパネルの場合、抵抗値は $200\sim 2000\Omega/\square$ で、透明性が高く、着色の少ない透明導電膜が求められている。

【0003】

抵抗膜式アナログタイプの透明タッチパネルとは、表面に透明導電膜からなる下部電極とドット状のスペーサとを設けたガラス板やフィルムなどの絶縁基板からなる下部電極基板と、透明導電膜からなる上部電極を設けたフィルムなどの絶縁基板からなる上部電極基板とを積層した構造となっており、入力面側からパネル表面の一部を押圧することにより両電極を接触させて電氣的に導通させ入力できるものである。

【0004】

透明タッチパネルに形成された透明導電膜は、通常、蒸着法、スパッタリング法などの物理的成膜法、またはCVD法などの化学的気相法により形成される。そして、これらの方法において結晶粒径（R）を制御することが可能である。たとえば、物理的成膜法の場合、一般的にITOからなる透明導電膜が主流であり、抵抗値としては、 $200\sim 2000\Omega/\square$ と液晶ディスプレイ用電極に比べてやや高めのものが求められるため、抵抗値を高めるために膜厚を $100\sim 200\text{\AA}$ 程度の極薄膜で成膜する必要がある。

【0005】

このような事情から、かなり薄膜のITO膜となるため、結晶粒径（R）は $10\sim 15\text{nm}$ と細かく、原子間力顕微鏡で観察した場合の算術平均粗さ（Ra）は $0.1\sim 0.3$ 、自乗平均粗さ（Rms）は $0.25$ と小さい。たとえば、透明導電膜の断面は図5に示すような形状となっている。

【0006】

したがって、このような透明導電膜が用いられた透明タッチパネルにおいては、わずかな荷重による入力に対して入力状態が維持できるいわゆる軽タッチ入力が不安定となる。さらに、ペンなどを用いた10g程度の荷重にて連続入力した場合、連続線の線とびや誤入力部分が多発し、適正な入力を得られない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、このような現象を解消するため、スペーサー間隔を広げたりあるいはスペーサーの高さを低くするなどの対策が考えられる。

【0008】

しかし、スペーサー間隔を広げると、掌が触れた場合などに誤入力が生じやすい。

【0009】

また、スペーサーの高さを低くすると、対向する電極基板間の距離が非常に短くなり、透明導電膜間で光の干渉を原因とするニュートンリングが生じる。

【0010】

また、透明タッチパネルの入力の際にON、OFFを決定する閾値電圧を低く設定することにより、対向する電極間で発生する接触抵抗による電圧低下を補い、入力しやすくする対策も考えられる。しかし、かえって不安定な入力も受け付けやすくなるため、座標飛びが生じやすくなるという問題がある。

【0011】

したがって、この発明は、上記のような問題点を解消し、安定した軽タッチ入力が可能な透明タッチパネルを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

この発明の透明タッチパネルは、以上の目的を達成するために、つぎのように構成した。

【0013】

つまり、この発明の透明タッチパネルは、下部電極基板に設けられた透明導電膜からなる下部電極と、上部電極基板に設けられた透明導電膜からなる上部電極

とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径 ( $R$ ) が  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  であるように構成した。

【0014】

また、下部電極基板に設けられた透明導電膜からなる下部電極と、上部電極基板に設けられた透明導電膜からなる上部電極とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜が、その表面の算術平均粗さ ( $R_a$ ) が  $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ ( $R_{ms}$ ) が 0.6 以上であるように構成してもよい。

【0015】

また、下部電極基板に設けられた透明導電膜からなる下部電極と、上部電極基板に設けられた透明導電膜からなる上部電極とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径 ( $R$ ) が  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  であり、かつ、透明導電膜表面の算術平均粗さ ( $R_a$ ) が  $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ ( $R_{ms}$ ) が 0.6 以上であるように構成してもよい。

【0016】

【発明の実施の形態】

図面を参照しながらこの発明の実施の形態について詳しく説明する。

【0017】

図1は、この発明の透明タッチパネルの透明導電膜の表面形状を示す模式断面図である。図2は、この発明の透明タッチパネルの透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径を示す原子力間顕微鏡写真である。図3は、透明タッチパネルの透明導電膜間の接触抵抗による電圧降下を観測する方法を示す斜視図である。図4は、透明タッチパネルの透明導電膜間の接触抵抗による電圧降下を観測する方法を示す回路図である。図5は、従来の透明タッチパネルの透明導電膜の表面形状を示す模式断面図である。図中、1は透明導電膜、2はペン、3はバスバー、4は上部電極、5は下部電極である。

【0018】

この発明の透明タッチパネルは、下部電極基板に設けられた透明導電膜 1 からなる下部電極 5 と、上部電極基板に設けられた透明導電膜 1 からなる上部電極 4 とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜 1 の金属酸化物の結晶粒径 ( $R$ ) が  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  であり、透明導電膜 1 表面の算術平均粗さ ( $R_a$ ) が  $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ ( $R_{ms}$ ) が 0.6 以上であるように構成されたものである (図 1 参照)。

## 【0019】

基板としては、耐熱性を有し透明性に優れたプラスチック基板あるいはガラス基板が挙げられる。たとえば、プラスチック基板としては、ポリカーボネート樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリアクリレート樹脂、トリアセテート樹脂などが用いられる。ガラス基板としては、色相の少ないものであれば特に限定されない。

## 【0020】

透明導電膜 1 としては、ATO (酸化アンチモン/酸化スズ)、FTO (酸化スズ/フッソドープ)、ITO (酸化インジウム/酸化スズ)、FATO (酸化アンチモン/酸化スズ/フッソドープ) に代表される N 型半導体である金属酸化物が挙げられる。特に、ITO は、透明導電膜自身の着色もなく透過性に優れているため好適である。

## 【0021】

透明導電膜 1 の金属酸化物の結晶粒径 ( $R$ ) は、 $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  の範囲に分布するようにする。なお、一部未成長の  $40\text{ nm}$  未満のものを含んでいてもよい。結晶粒径 ( $R$ ) が  $40\text{ nm}$  未満の範囲に分布する場合、軽タッチ入力を行うと入力が不安定となり、結晶粒径 ( $R$ ) が  $200\text{ nm}$  を越える範囲に分布する場合、対向する電極となる透明導電膜を表面の凹凸により損傷を与え、耐久性の面で劣る。したがって、結晶粒径 ( $R$ ) を  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  の範囲に収め、粒界などに代表される障壁の少ない安定な酸化皮膜とすることで、対向する基板上の透明導電膜が接触する際の接触抵抗を低減でき、安定な入力が達成できる。

## 【0022】



結晶粒径 ( $R$ ) を  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  の範囲にするには、たとえば、スパッタリング法による成膜の場合に基板温度を高く設定したり、成膜後に  $150 \sim 200^\circ\text{C}$  で数時間以上のエージングを行うなどの方法により、結晶粒の成長を促すようにするとよいと思われる。また、ゾルゲル材料から成膜する場合は、溶液状態での各種元素の添加量や分散性、さらに、乾燥工程、焼成条件を考慮することで結晶粒の大きさを制御することができる。

## 【0023】

たとえば、図2に示すような約  $50\text{ nm}$  前後の結晶粒径 ( $R$ ) を有する透明導電膜1の場合、軽タッチ入力を行っても適正な入力を得ることができた。さらに、 $60^\circ\text{C}$ 、 $95\% \text{ RH}$ 、500時間の耐湿熱テスト後の軽タッチ入力においても良好な結果が得られた。

## 【0024】

一般に、結晶粒径 ( $R$ ) が  $10 \sim 15\text{ nm}$  と細かい場合、前述の耐湿熱テストを行うと面抵抗値の上昇が発生し、軽タッチ入力を行った場合、誤入力の発生が著しく増加する。この原因としては、結晶粒径 ( $R$ ) が小さい場合、透明導電膜の表面積が大きくなり水分吸着量が多く、透明導電膜中のキャリアが奪われ、抵抗値が上昇すると考えられる。また、大きな結晶粒径 ( $R$ ) を有した透明導電膜に比較して、結晶粒径 ( $R$ ) の小さな透明導電膜中には粒界が多く存在し、たとえばITOの場合、キャリアの平行自由行程は約  $100\text{ \AA}$  程度と考えられるので、通常ならば無視できる粒界散乱によるキャリアの移動度が低下し、軽タッチ入力時の不具合が発生しやすいと考えられる。

## 【0025】

また、透明導電膜1間の接触抵抗による電圧降下を観測することにより、軽タッチ入力時の安定度を評価することができる。図3および図4に示すように、 $5\text{ V}$  の電圧を透明タッチパネルの上部電極4に接続し、下部電極5に  $10\text{ k}\Omega$  の負荷を与えるような回路を用い、軽タッチ入力時の入力不具合を、対向する透明導電膜1間の接触抵抗による電圧降下として測定し数値化できる。なお、 $E_v = 5 - (E_a + E_b + E_c)$ 、 $E_a + E_c \equiv \text{const.}$ 、 $E_b$  = 接触抵抗によるドロップ電圧、 $E_v$  = 検出電圧である。

## 【0026】

すなわち、上部電極4に印荷した電圧5Vに対して、回路の抵抗などによる電圧降下( $E_a$ 、 $E_c$ )と接触抵抗による電圧降下( $E_b$ )の和が大きければ大きいほど検出電圧( $E_v$ )は小さくなる。したがって、検出電圧( $E_v$ )が小さいほど、入力に不具合を発生していることになる。

## 【0027】

透明導電膜1としてITOを用い、結晶粒径( $R$ )が40~100nmの範囲にある場合は、検出電圧( $E_v$ )が約4.6Vで安定するのに対して、結晶粒径( $R$ )が10~15nmの範囲にある場合は、検出電圧( $E_v$ )が4.0~4.2Vと不安定な変動が観察された。詳細な実験の結果、5V印荷時における検出電圧( $E_v$ )が約4.5V以上の時、軽タッチ入力を行っても良好な入力の実現されることがわかった。

## 【0028】

また、透明導電膜1としてCVD法による酸化スズ膜を用いた場合、結晶粒径( $R$ )が100~200nmの範囲に分布するものとなり、検出電圧( $E_v$ )が約4.5Vで安定する。

## 【0029】

また、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜1が、その表面の算術平均粗さ( $R_a$ )が $0.4\text{nm} \leq R_a \leq 3.0\text{nm}$ であり、自乗平均粗さ( $R_{ms}$ )が0.6以上であるようにする。透明導電膜1をこのように構成することにより、図1に示すように、結晶粒の集合体が緻密に配列され、しかも平滑性のよい膜となり、入力時の接触面積を速やかに確保することが可能となる。算術平均粗さ( $R_a$ )が0.4未満かつ自乗平均粗さ( $R_{ms}$ )が0.6未満の場合、著しく点状の接触となり、接触面積が少なく入力に不向きとなる(図5参照)。算術平均粗さ( $R_a$ )、自乗平均粗さ( $R_{ms}$ )のどちらか一方が上記範囲にあっても適正な入力は期待できない。また、算術平均粗さ( $R_a$ )が3.0nmを超える場合は、透明導電膜1の摺動特性に悪影響を及ぼすので好ましくない。

## 【0030】

なお、算術平均粗さ( $R_a$ )は、粗さ曲線からその中心線の方に測定長さ1

の部分抜き取り、この抜き取り部分の中心線をX軸、縦倍率の方向をY軸とし、粗さ曲線を  $y = f(x)$  で表したとき、次の式によって求めることができる。

【0031】

【数1】

$$R(a) = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} \{f(x)\} dx$$

【0032】

つまり、算術平均粗さ ( $R_a$ ) は、中心線から粗さ曲線までの縦方向の絶対値の平均で近似できる値

【0033】

【数2】

$$R(a) \doteq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f(x_i)|$$

【0034】

である。また、自乗平均粗さ ( $R_{ms}$ ) は、粗さ平均からその平均値の方向に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の平均線の方にX軸を、縦倍率の方向にY軸を取ったときに求められる標準偏差であり、凹凸の傾斜部分の角度を表現している。

【0035】

【数3】

$$R_{ms} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{N}}$$

【0036】

さらに、粗さ曲線からその平均線の方に基準長さだけ抜き取り、抜き取り部分において一つの山とこれに隣り合う一つの谷に対応する平均線の長さの和を求めたときの多数の凹凸の間隔の算術平均値 ( $S_m$ ) は50nm以上であることが好ましい。 $S_m \geq 50 \text{ nm}$ であれば、山と山との距離が50nm以上であり、一つの山を構成する結晶粒の集合が大きくなっている可能性を有しているため、たとえば、図1のような台形に近い形状となっていると考えられるからである。なお、S

$m_i$  は凹凸の間隔、 $n$  は基準長さ内での凹凸の間隔の個数を示す。

【0037】

【数4】

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{m_i}$$

【0038】

【実施例】

実施例1

約5  $\mu\text{m}$  のアクリル系ハードコートを有した厚さ20  $\mu\text{m}$  のポリエチレンテレフタレートフィルム上に、透明導電膜としてITO膜を成膜温度130℃にてスパッタリング法により形成し、さらに150℃前後の温度でエージングを行って、結晶粒径(R)が40～60 nmの範囲に分布した透明導電フィルムを作製した。このフィルムのハードコート面に粘着層を介してあらかじめ背面に約5  $\mu\text{m}$  アクリル系ハードコートを有した厚さ125  $\mu\text{m}$  のポリエチレンテレフタレートフィルムを貼り合わせた。

【0039】

また、両面に $\text{SiO}_2$ がディップコートされた厚さ1.1mmのガラスを下部電極基板とし、基板温度250℃に設定し、透明導電膜として厚さ15 nmのITO膜をスパッタリング法により形成した。原子間力顕微鏡(株式会社島津製作所製SPM-9500)により観察したところ、結晶粒径(R)は40～60 nmの範囲に分布していた。

【0040】

上記のフィルムおよびガラスを電極とする透明タッチパネルを作製し、ポリアセタール製のペンに総重量20 gとなるように荷重を負荷し格子状に入力したところ、線の歪や飛びもなく安定した入力ができる。

【0041】

また、この透明タッチパネルに5 V印荷した状態で入力時の電圧を測定したところ、4.6Vで安定した値を示した。

【0042】

さらに、この透明タッチパネルを60℃、95%RHの耐湿熱試験に500時間かけた後、同様の格子入力試験を行ったところ、初期の状態と変わりがなかった。また、入力電圧測定を行ったところ、4.6Vで安定した値を示し初期値とまったく変化なく、軽タッチ入力において問題なく使用できるものであった。

【0043】

実施例2

成膜温度を100℃とした他は実施例1と同様にして、ポリエチレンテレフタレートフィルム上に透明導電膜を形成した。透明導電膜表面の算術平均粗さ(Ra)を測定したところ、 $0.4\text{nm} \leq Ra \leq 1.2\text{nm}$ であり、自乗平均粗さ(Rms)は0.8であった。

【0044】

また、透明導電インキ組成物を前述の薄膜形成装置(日本写真印刷株式会社製オングストロマー(登録商標)インライン型)を用い、 $\text{SiO}_2$ コートした300mm×300mm×1.1mmのソーダガラス基板上に印刷した。

【0045】

ガラス基板をホットプレートで予備乾燥を行った後、コンベア式雰囲気分離炉を用いて540℃で焼成し、引き続きコンベア式雰囲気分離炉内で水素ガスを微量含む窒素雰囲気中で540℃から室温に冷却することにより厚さ10nmの透明導電膜を得た。原子間力顕微鏡(株式会社島津製作所製SPM-9500)により観察したところ、結晶粒径(R)は10~30nmの範囲に分布していた。

【0046】

さらに、透明導電膜表面の算術平均粗さ(Ra)を測定したところ、 $0.4\text{nm} \leq Ra \leq 0.8\text{nm}$ であり、自乗平均粗さ(Rms)は0.65であった。また、山と山との間隔を表すSmは57nmであった。

【0047】

上記のフィルムおよびガラスを電極とする透明タッチパネルを作製し、ポリアセタール製のペンに総重量20gとなるように荷重を負荷し格子状に入力したところ、線飛びもなく、線の歪も発生せず安定な入力ができる。

【0048】

また、この透明タッチパネルに5V印荷した状態で入力時の電圧を測定したところ、4.5Vと安定な値を示した。

【0049】

さらに、この透明タッチパネルを60℃、95%RHの耐湿熱試験に500時間かけた後、同様の格子入力の試験を行いその後入力電圧測定を行ったところ、4.5Vと初期値と同様の値を示し、軽タッチ入力においても問題ないものであった。また、15万字の連続入力試験後の入力状態を格子入力により評価したところ、線飛びも生じなく安定した格子を描画できた。

【0050】

実施例3

成膜温度を150℃、エージングを150℃で数時間行った他は実施例1と同様にし、ポリエチレンテレフタレートフィルム上に透明導電膜を形成した。結晶粒径(R)は40~100nmの範囲に分布していた。透明導電膜表面の算術平均粗さ(Ra)は $1.1\text{nm} \leq Ra \leq 2.3\text{nm}$ であり、自乗平均粗さ(Rms)は0.9であった。

【0051】

また、実施例2と同様の透明導電インキ組成物を、前述の薄膜形成装置（日本写真印刷株式会社製オングストロマー（登録商標）インライン型）を用い、SiO<sub>2</sub>コートした300mm×300mm×1.1mmのソーダガラス基板上に印刷した。

【0052】

ガラス基板をホットプレートで予備乾燥を行った後、コンベア式雰囲気分離炉を用いて540℃で焼成し、引き続きコンベア式雰囲気分離炉内で水素ガスを微量含む窒素雰囲気中で540℃から室温に冷却することにより厚さ20nmの透明導電膜を得た。原子間力顕微鏡（セイコー電子工業株式会社製SPI3600）により観察したところ結晶粒径(R)は40~60nmの範囲に分布していた。

【0053】

さらに膜表面の算術平均粗さ(Ra)を測定したところ  $0.4 \leq Ra \leq 0.8\text{nm}$  であり、かつ自乗平均粗さ(Rms)が0.70であった。

【0054】

上記のフィルムおよびガラスを電極とする透明タッチパネルを作製し、ポリアセタール製のペンに総重量20gとなるように荷重を負荷し格子状に入力したところ、線飛びもなく、線の歪も発生せず安定な入力ができる。

【0055】

また、このタッチパネルに5V印荷した状態で入力時の電圧を測定したところ、4.65Vと安定な値を示していた。

【0056】

さらに、この透明タッチパネルを60℃、95%RHの耐湿熱試験に500時間かけた後、同様の格子入力の試験を行いその後入力電圧測定を行ったところ、4.65Vと初期値と同様の値を示し、軽タッチ入力においても問題ないものであった。

【0057】

比較例1

エージング工程を省略したことを除いて、実施例1と同様にポリエチレンテレフタレートフィルム上に透明導電膜を形成したところ、結晶粒は10~20nmの範囲に分布した。また、両面にSiO<sub>2</sub>がディップコートされた厚さ1.1mmのガラスを下部電極基板として、基板温度150℃に設定し、透明導電膜として厚さ10nmのITO膜をスパッタリング法により形成した。原子間力顕微鏡（セイコー電子工業株式会社製SPI3600）により観察したところ、結晶粒径（R）は20~30nmの範囲に分布していた。

【0058】

上記のフィルムおよびガラスを電極とする透明タッチパネルを作製し、ポリアセタール製のペンに総重量20gとなるように荷重を負荷し格子状に入力したところ、線飛びはなかったものの線の歪が発生し、安定した入力ができなかった。

【0059】

また、この透明タッチパネルに5V印荷した状態で入力時の電圧を測定したところ、4.3~4.4Vと不安定な値を示した。

【0060】

さらに、この透明タッチパネルを60℃、95%RHの耐湿熱試験に500時間かけ

た後、同様の格子入力の実験を行ったところ、初期の状態に比べ線の歪は大きく線飛びも発生し、さらに入力不可能な場所も観察された。また、入力電圧測定を行ったところ、4.0~4.3Vと初期値よりさらに低く、軽タッチ入力において使用できないものであった。

【0061】

比較例2

比較例1と同様に、ポリエチレンテレフタレートフィルム上に透明導電膜を形成したところ、結晶粒径(R)は10~20nmの範囲に分布していた。透明導電膜表面の算術平均粗さ(Ra)は、 $0.1 \leq Ra \leq 0.25$ nmであり、自乗平均粗さ(Rms)は0.55であった。

【0062】

また、両面にSiO<sub>2</sub>がディップコートされた厚さ1.1mmのガラスを下部電極基板とし、基板温度80℃に設定し、透明導電膜として厚さ15nmのITO膜をスパッタリング法により形成した。原子間力顕微鏡(セイコー電子工業株式会社製SPI3600)により観察したところ、結晶粒径(R)は10~15nmの範囲に分布していた。透明導電膜表面の算術平均粗さ(Ra)は、 $0.1 \leq Ra \leq 0.22$ nmであり、自乗平均粗さ(Rms)は0.35であった。

【0063】

上記のフィルムおよびガラスを電極とする透明タッチパネルを作製し、ポリアセタール製のペンに総重量20gとなるように荷重を負荷し、5V印荷した状態で入力時の電圧を測定したところ、4.2~4.3Vと不安定な値を示した。

【0064】

さらに、この透明タッチパネルを60℃、95%RHの耐湿熱試験に500時間かけた後、同様の格子入力の実験を行ったところ、初期の状態に比べ線の歪は大きく線飛びも発生し、さらに入力不可能な場所も観察された。また、入力電圧測定を行ったところ、3.7~4.0Vと初期値よりさらに低く、軽タッチ入力において使用できないものであった。また、15万字の連続入力試験後の入力状態を格子入力により評価したところ、部分的に3.9~4.1Vの箇所が検出された。

【0065】



### 比較例 3

実施例 3 と同様に、ポリエチレンテレフタレートフィルム上に透明導電膜を形成した。

#### 【0066】

また、透明導電インキ組成物を薄膜形成装置（日本写真印刷株式会社製オングストロマー（登録商標）インライン型）を用い、 $\text{SiO}_2$  コートした 300mm×300mm×1.1mm のソーダガラス基板上に印刷した。

#### 【0067】

ガラス基板をホットプレートで予備乾燥を行った後、コンベア式雰囲気分離炉を用いて 500℃ で焼成し、引き続きコンベア式雰囲気分離炉内で水素ガスを微量含む窒素雰囲気中で 500℃ から室温に冷却することにより厚さ 10nm の透明導電膜を得た。原子間力顕微鏡（セイコー電子工業株式会社製 SPI 3600）により観察したところ、結晶粒径（R）は 10～30nm の範囲に分布していた。また、透明導電膜表面の算術平均粗さ（Ra）を測定したところ  $0.1 \leq \text{Ra} \leq 0.4 \text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ（Rms）は 0.35 であった。

#### 【0068】

上記のフィルムおよびガラスを電極とする透明タッチパネルを作製し、ポリアセタール製のペンに総重量 20g となるように荷重を負荷し格子状に入力したところ、線飛びがなかったものの線の歪が発生し、安定した入力ができなかった。

#### 【0069】

また、この透明タッチパネルに 5V 印荷した状態で入力時の電圧を測定したところ、4.3～4.4V と不安定な値を示した。

#### 【0070】

さらに、この透明タッチパネルを 60℃、95% RH の耐湿熱試験に 500 時間かけた後、同様の格子入力の試験を行ったところ、初期の状態に比べ線の歪は大きく線飛びも発生し、さらに入力不可能な場所も観察された。また、入力電圧測定を行ったところ、4.0～4.3V と初期値よりさらに低く、軽タッチ入力において使用できないものであった。

#### 【0071】

【発明の効果】

この発明の透明タッチパネルは、上記のように構成されたものであるので、次のような優れた効果を有する。

【0072】

この発明の透明タッチパネルは、少なくとも一方の基板上の透明導電膜を構成する金属酸化物の結晶粒径（ $R$ ）が $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$ になるように制御されたものであり、軽タッチ入力時の接触抵抗を小さくできるため、軽タッチ入力に適したものである。

【0073】

また、この発明の透明タッチパネルは、少なくとも一方の基板上の透明導電膜が、その表面の算術平均粗さ（ $R_a$ ）が $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$ であり、自乗平均粗さ（ $R_{ms}$ ）が0.6以上であるように制御されたものであり、接触面積が確保でき、また軽タッチ入力時に発生する摺動特性にも優れているため、軽タッチ入力に適したものである。

【0074】

また、この発明の透明タッチパネルは、少なくとも一方の基板上の透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径（ $R$ ）が $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$ であり、かつ、透明導電膜表面の算術平均粗さ（ $R_a$ ）が $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$ であり、自乗平均粗さ（ $R_{ms}$ ）が0.6以上であるように制御されたものであり、軽タッチ入力時の接触抵抗を小さくでき、また接触面積が確保でき、摺動特性にも優れているため、軽タッチ入力に適したものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の透明タッチパネルの透明導電膜の表面形状を示す模式断面図である。

【図2】

この発明の透明タッチパネルの透明導電膜の金属酸化物の結晶粒径を示す原子力間顕微鏡写真である。

【図3】

透明タッチパネルの透明導電膜間の接触抵抗による電圧降下を観測する方法を示す斜視図である。

【図4】

透明タッチパネルの透明導電膜間の接触抵抗による電圧降下を観測する方法を示す回路図である。

【図5】

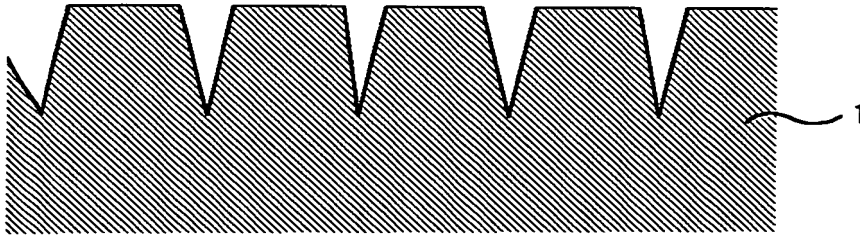
従来の透明タッチパネルの透明導電膜の表面形状を示す模式断面図である。

【符号の説明】

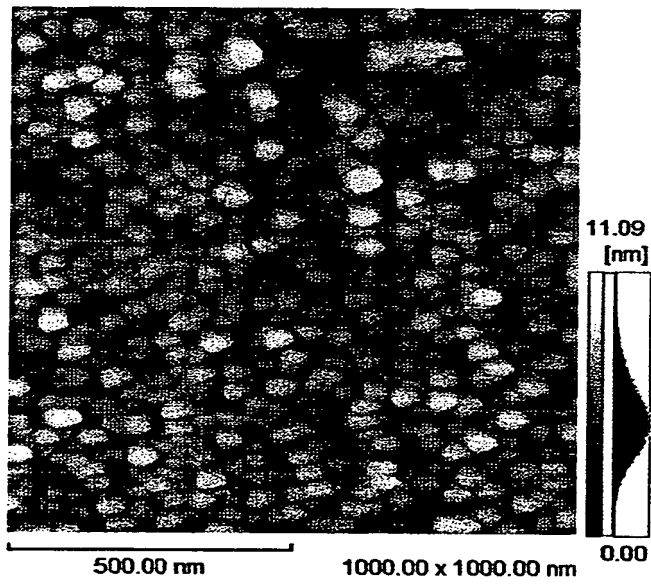
- 1 透明導電膜
- 2 ペン
- 3 バスバー
- 4 上部電極
- 5 下部電極

【書類名】 図面

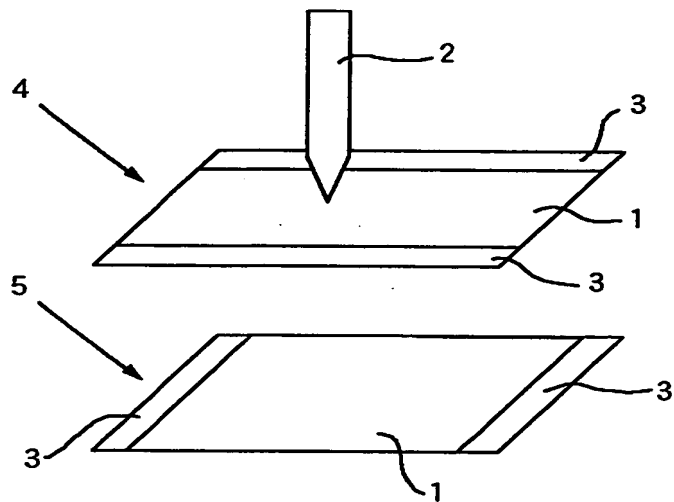
【図 1】



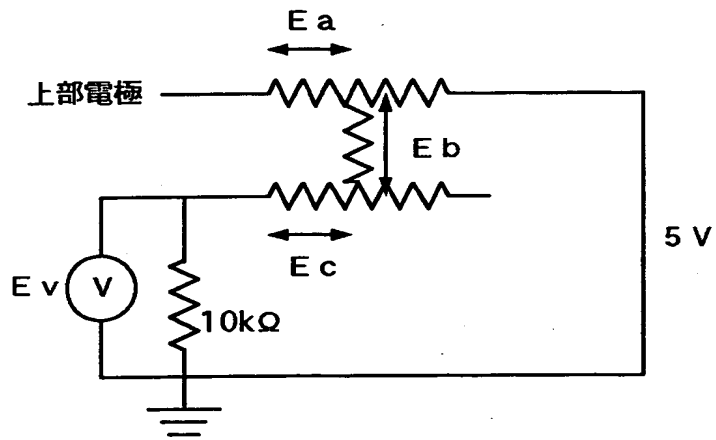
【図 2】



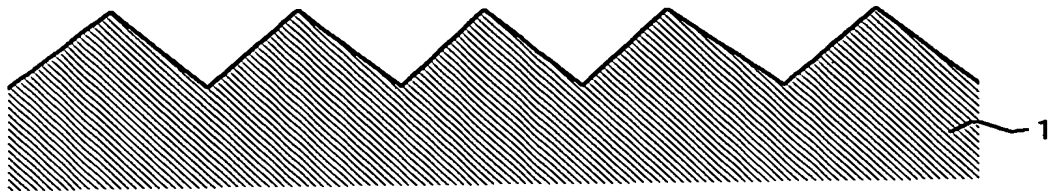
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定した軽タッチ入力可能な透明タッチパネルを提供する。

【解決手段】 下部電極基板に設けられた透明導電膜 1 からなる下部電極 5 と、上部電極基板に設けられた透明導電膜 1 からなる上部電極 4 とがスペーサによって隔てられるように積層された透明タッチパネルにおいて、少なくとも一方の電極を構成する透明導電膜 1 の金属酸化物の結晶粒径 (R) が  $40\text{ nm} \leq R \leq 200\text{ nm}$  であり、透明導電膜 1 表面の算術平均粗さ (R<sub>a</sub>) が  $0.4\text{ nm} \leq R_a \leq 3.0\text{ nm}$  であり、自乗平均粗さ (R<sub>m s</sub>) が 0.6 以上である。

【選択図】 図 1

特平 10-189542

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

申請人

【識別番号】

000231361

【住所又は居所】

京都府京都市中京区壬生花井町3番地

【氏名又は名称】

日本写真印刷株式会社

特平10-189542

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000231361]

1. 変更年月日 1990年 8月 7日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市中京区壬生花井町3番地

氏 名 日本写真印刷株式会社





PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application: July 6, 1998

Application Number: Patent Application No. 10-189542

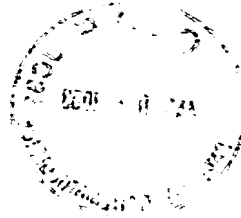
Applicant(s): Nissha Printing Co., Ltd.

Kenji ISAYAMA

Commissioner,

Patent Office

(seal)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Document Name: Application for Patent  
Docket No.: 10020H  
Date of Application: July 6, 1998  
Addressee: Kenji ISAYAMA  
Commissioner, Patent Office  
International Patent  
Classification: G06F 3/033

Title of Invention: TRANSPARENT TOUCH PANEL

Number of Claim(s): 3

Inventor(s):

Address: c/o Nissha Printing Co., Ltd.,  
3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Ryoumei OMOTE

Address: c/o Nissha Printing Co., Ltd.,  
3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Yoshihide INAKO

Address: c/o Nissha Printing Co., Ltd.,  
3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Yosuke MATSUKAWA

Address: c/o Nissha Printing Co., Ltd.,  
3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Masayasu SAKANE

Address: c/o Nissha Printing Co., Ltd.,  
3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Kazuhiro NISHIKAWA

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Applicant:

Identification No.: 000231361  
Postal Code No.: 604  
Address: 3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan  
Name: Nissha Printing Co., Ltd.  
Representative: Hiroshi FURUKAWA

Payment of Fees:

Prepayment Book No.: 054209  
Amount to be paid: 21,000 yen

Attached document(s):

Item: Specification	1 copy
Item: Drawings	1 copy
Item: Abstract	1 copy

Request for proof  
transmission: Yes

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Document Name] Specification

[Title of the Invention]

TRANSPARENT TOUCH PANEL

[What is claimed is]

5 [Claim 1] A transparent touch panel characterized in  
which a lower electrode made of a transparent conductive  
film provided on a lower electrode substrate and an upper  
electrode made of a transparent conductive film provided on  
an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced  
10 from each other by spacers, wherein crystal grain size (R)  
of a metallic oxide of the transparent conductive film  
constituting at least one electrode is within a range of 40  
nm  $\leq$  R  $\leq$  200 nm.

[Claim 2] A transparent touch panel characterized in  
15 which a lower electrode made of a transparent conductive  
film provided on a lower electrode substrate and an upper  
electrode made of a transparent conductive film provided on  
an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced  
from each other by spacers, wherein the transparent  
20 conductive film constituting at least one electrode has an  
arithmetic mean roughness (Ra) of its surface within a  
range of 0.4 nm  $\leq$  Ra  $\leq$  3.0 nm and a root-mean-square  
roughness (Rms) of 0.6 or more.

[Claim 3] A transparent touch panel characterized in  
25 which a lower electrode made of a transparent conductive  
film provided on a lower electrode substrate and an upper  
electrode made of a transparent conductive film provided on  
an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



from each other by spacers, wherein crystal grain size (R) of a metallic oxide of the transparent conductive film constituting at least one electrode is within a range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ , and a surface of the transparent conductive film has an arithmetic mean roughness (Ra) within a range of  $0.4 \text{ nm} \leq Ra \leq 3.0 \text{ nm}$  and a root-mean-square roughness (Rms) of 0.6 or more.

[Detailed Explanation of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention pertains]

The present invention relates to a transparent touch panel capable of performing stable, light touch inputs. The transparent touch panel of the invention is particularly suitable as a transparent touch panel to be used as an input device by being laminated on a display screen of a flat display such as liquid crystal display devices, electroluminescent elements, plasma display devices, vacuum fluorescent character display tubes, and field emission displays.

[0002]

[Conventional Art]

The transparent conductive film to be used in a transparent touch panel is generally made of a metallic oxide such as ATO (antimony oxide/tin oxide), FTO (tin oxide/fluorine dope), ITO (indium oxide/tin oxide), FATO (antimony oxide/tin oxide/fluorine dope), or the like. For resistor-film analog type transparent touch panels among others, the transparent conductive film is required to have

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

a resistance value of 200 - 2000  $\Omega/\square$  and be highly transparent and less colored.

[0003]

5 The resistor-film analog type transparent touch panel has such a structure that a lower electrode substrate comprising an insulating substrate such as a glass plate or a film having on its surface a lower electrode made of a transparent conductive film and dot-like spacers, and an upper electrode substrate comprising an insulating  
10 substrate such as a film having on its surface an upper electrode made of a transparent conductive film are laminated. The transparent touch panel is thus enabled to make an input by pressing a portion of the surface of the touch panel from the input surface side so that the two  
15 electrodes are put into contact and electrically conducting with each other.

[0004]

20 The transparent conductive film formed in the transparent touch panel is normally formed by a physical film formation process such as evaporation process and sputtering process or a chemical vapor phase process such as CVD process. In these processes, the crystal grain size (R) is controllable. For example, in the case of a physical film formation process, commonly, the mainstream  
25 is transparent conductive films made of ITO, where the resistance value is required to be 200 - 2000  $\Omega/\square$ , rather higher as compared with electrodes for liquid crystal displays. Therefore, in order to increase the resistance

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

value, it is necessary to form an ultrathin film having a film thickness of about 100 - 200 Å.

[0005]

Under these circumstances, because the transparent conductive film is provided as an ultrathin ITO film, the crystal grain size (R) is as fine as 10 - 15 nm, where the arithmetic mean roughness (Ra) as observed by an atomic force microscope is as small as 0.1 - 0.3 and the root-mean-square roughness (Rms) is as small as 0.25. For example, the surface cross-section of a transparent conductive film is shaped as shown in Fig. 5.

[0006]

Accordingly, in a transparent touch panel using such transparent conductive films, the so-called light touch input that an input state can be held for a slight-load input becomes unstable. Further, in the case of successive inputs with an about 10 g load by using a pen or the like, there would occur frequently line breaks of continuous lines and mis-input portions such that proper inputs could not be obtained.

[0007]

[Subject to be solved by the Invention]

Thus, in order to solve these phenomena, such countermeasures as widening the spacer distance or reducing the spacer height could be conceived.

[0008]

However, widening the spacer distance would make it more likely to occur that mis-inputs happen upon contact

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of the palm or other events.

[0009]

Also, reducing the spacer height would cause the distance between opposing electrode substrates to be so short that Newton's rings due to light interference would occur between the transparent conductive films.

[0010]

As a further countermeasure, it is also possible that the threshold voltage that conditions ON/OFF state upon an input by the transparent touch panel is set low, thereby compensating a voltage reduction due to contact resistance developed between opposing electrodes for an easier input. However, this would make it likely to occur that even unstable inputs are accepted so that coordinate jumps would frequently occur, as an issue.

[0011]

Accordingly, an object of the present invention is to provide a transparent touch panel which solves the above-described issues and which is capable of performing stable, light touch inputs.

[0012]

[Means for solving the Subject]

In order to achieve the above object, the transparent touch panel of the present invention has the following constitutions.

[0013]

That is, the transparent touch panel of the present invention is constructed as a transparent touch

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



panel in which a lower electrode made of a transparent conductive film provided on a lower electrode substrate and an upper electrode made of a transparent conductive film provided on an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced from each other by spacers, wherein crystal grain size (R) of a metallic oxide of the transparent conductive film constituting at least one electrode is within a range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ .

[0014]

The transparent touch panel of the present invention may be constructed as a transparent touch panel in which a lower electrode made of a transparent conductive film provided on a lower electrode substrate and an upper electrode made of a transparent conductive film provided on an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced from each other by spacers, wherein the transparent conductive film constituting at least one electrode has an arithmetic mean roughness (Ra) of its surface within a range of  $0.4 \text{ nm} \leq Ra \leq 3.0 \text{ nm}$  and a root-mean-square roughness (Rms) of 0.6 or more.

[0015]

The transparent touch panel of the present invention may be constructed as a transparent touch panel in which a lower electrode made of a transparent conductive film provided on a lower electrode substrate and an upper electrode made of a transparent conductive film provided on an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced from each other by spacers, wherein crystal grain size (R)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of a metallic oxide of the transparent conductive film constituting at least one electrode is within a range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ , and a surface of the transparent conductive film has an arithmetic mean roughness ( $R_a$ ) within a range of  $0.4 \text{ nm} \leq R_a \leq 3.0 \text{ nm}$  and a root-mean-square roughness ( $R_{ms}$ ) of 0.6 or more.

[0016]

[Embodiments of the Invention]

Embodiments of the present invention are described in detail with reference to the accompanying drawings.

[0017]

Fig. 1 is a schematic sectional view showing a surface shape of a transparent conductive film of a transparent touch panel according to this invention. Fig. 2 is an atomic force microscope photograph showing crystal grain size of a metallic oxide of the transparent conductive film of the transparent touch panel of this invention. Fig. 3 is a perspective view showing a method for observing a voltage drop due to contact resistance between the transparent conductive films of the transparent touch panel. Fig. 4 is a circuit diagram showing a method for observing a voltage drop due to contact resistance between the transparent conductive films of the transparent touch panel. Fig. 5 is a schematic sectional view showing a surface shape of a transparent conductive film of a touch panel according to the conventional art. In the figures, reference numeral 1 denotes a transparent conductive film,

**END PAGE BLANK (USPTO)**

2 denotes a pen, 3 denotes a bus bar, 4 denotes an upper electrode, and 5 denotes a lower electrode.

[0018]

The transparent touch panel of this invention is a transparent touch panel in which a lower electrode 5 made of a transparent conductive film 1 provided on a lower electrode substrate and an upper electrode 4 made of a transparent conductive film 1 provided on an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced from each other by spacers, wherein crystal grain size (R) of the metallic oxide of the transparent conductive film 1 constituting at least one electrode is within a range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ , and the surface of the transparent conductive film 1 has an arithmetic mean roughness (Ra) within a range of  $0.4 \text{ nm} \leq Ra \leq 3.0 \text{ nm}$  and a root-mean-square roughness (Rms) of 0.6 or more (see Fig. 1).

[0019]

The substrates are exemplified by plastic substrates or glass substrates having thermal resistance and superior in transparency. Examples of the plastic substrates used are polycarbonate resin, polyethylene terephthalate resin, polyethersulfone resin, polyacrylate resin, triacetate resin, or the like. The glass substrates have only to be low in hue and are not particularly limited.

[0020]

As the transparent conductive film 1 may be made of a metallic oxide, which is an n-type semiconductor, typified by ATO (antimony oxide/tin oxide), FTO (tin

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

oxide/fluorine dope), ITO (indium oxide/tin oxide), and FATO (antimony oxide/tin oxide/fluorine dope). In particular, ITO is preferable by virtue of its being free from coloring of the transparent conductive film itself and superior in permeability.

[0021]

The transparent conductive film 1 is so formed that the crystal grain size (R) of the metallic oxide is distributed within a range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ . The transparent conductive film 1 may partly contain ungrown crystals of less than 40 nm. If the crystal grain size (R) is distributed within a range less than 40 nm, a light touch input would result in an unstable input; if the crystal grain size (R) is distributed within a range over 200 nm, the transparent conductive films forming opposing electrodes would be damaged by surface bumps and dips so as to be deteriorated in durability. Therefore, by setting the crystal grain size (R) to within the range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$  so that a stable oxide film less in barriers typified by grain boundaries is obtained, the contact resistance upon mutual contact of the transparent conductive films provided on opposing substrates can be reduced so that a stable input can be achieved.

[0022]

In order to set the mean crystal grain size (R) within the range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ , for example in the case of film formation by sputtering process, it is considered appropriate to accelerate the growth of crystal

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



grains by setting the substrate temperature to a high substrate temperature or by performing an aging process at 150 - 200°C for several hours or more after the film formation. Also, when the film is formed from a sol-gel material, the size of the crystal grains can be controlled by taking into consideration the addition amount or dispersibility of various kinds of elements in solution state and further by taking into consideration drying process and firing conditions.

[0023]

For example, in the case of transparent conductive films 1 having a crystal grain size (R) around 50 nm or so as shown in Fig. 2, proper inputs are able to be obtained even with a light touch input. Further, successful results are obtained also with a light touch input after a humidity heat test at 60°C, 95% RH for 500 hours.

[0024]

In the case where the crystal grain size (R) is as fine as 10 - 15 nm, generally, an increase in surface resistance value occurs upon the foregoing humidity heat test, and a considerable increase in occurrence of mis-inputs occurs with light touch inputs. The reason of this could be considered that with a small crystal grain size (R), the surface area of the transparent conductive film increases and so the amount of moisture adsorption is large, causing carriers in the transparent conductive film to be removed, with the result that the resistance value is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

increased. It could also be considered that more grain boundaries exist in a transparent conductive film having a smaller crystal grain size (R), than in a transparent conductive film having a larger crystal grain size (R), where in the case of ITO as an example, since the mean free path of carriers can be considered as about 100 Å, the mobility of carriers lowers due to grain boundary scattering that could normally be neglected, with the result that trouble with light touch inputs is more likely to occur.

[0025]

Also, the stability upon a light touch input can be evaluated by observing a voltage drop due to contact resistance between the transparent conductive films 1. As shown in Figs. 3 and 4, with a voltage of 5 V connected to the upper electrode 4 of the transparent touch panel and with the use of a circuit that gives a load of 10 kΩ to the lower electrode 5, input trouble upon a light touch input can be numerically evaluated by measuring a voltage drop due to contact resistance between the opposing transparent conductive films 1. It is noted that  $E_v = 5 - (E_a + E_b + E_c)$ ,  $E_a + E_c \approx \text{const.}$ ,  $E_b$  = drop voltage due to contact resistance, and  $E_v$  = detected voltage.

[0026]

That is, with respect to the voltage of 5 V applied to the upper electrode 4, the larger the sum of the voltage drops ( $E_a$ ,  $E_c$ ) due to the circuit resistance or the like and the voltage drop ( $E_b$ ) due to contact resistance,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the smaller the detected voltage (Ev). Accordingly, the smaller the detected voltage (Ev) is, the more the input trouble occurs.

[0027]

5           In the case where ITO is used as the transparent conductive film 1 and the crystal grain size (R) is within the range of 40 - 100 nm, the detected voltage (Ev) is about 4.6 V stable. In contrast to this, in the case where the crystal grain size (R) is within a range of 10 - 15 nm,  
10           the detected voltage (Ev) is 4.0 - 4.2 V unstable as observed. As a result of detailed experiments, it is found that when the detected voltage (Ev) with 5 V applied is about 4.5 V or more, successful inputs are achieved even with light touch inputs.

15           [0028]

          Also, when a tin oxide film by CVD process is used as the transparent conductive film 1, the crystal grain size (R) is distributed within a range of 100 - 200 nm, where the detected voltage (Ev) is about 4.5 V stable.

20           [0029]

          Further, for the transparent conductive film 1 forming at least one electrode, the arithmetic mean roughness (Ra) of its surface is set to within a range of  $0.4 \text{ nm} \leq \text{Ra} \leq 3.0 \text{ nm}$  and the root-mean-square roughness  
25           (Rms) is set to within a range of 0.6 nm or more. Forming the transparent conductive film 1 like this makes it possible to obtain a film in which crystal grain aggregates are arranged compact as shown in Fig. 1 and yet which has a

#### **PAGE BLANK** (USPTO)

good smoothness so that a contact area for input operation can promptly be ensured. If the arithmetic mean roughness (Ra) is less than 0.4 nm and if the root-mean-square roughness (Rms) is less than 0.6 nm, a considerably dot-like contact results, which is unsuitable for input operation because of less contact area (see Fig. 5). Even if either one of the arithmetic mean roughness (Ra) and the root-mean-square roughness (Rms) is within the foregoing range, proper inputs could not be expected. Further, if the arithmetic mean roughness (Ra) is over 3.0 nm, sliding characteristics of the transparent conductive film 1 would be adversely affected, undesirably.

[0030]

In this connection, given a measuring length  $l$  portion which is sampled out of the roughness curve along its center line, if the X-axis is given by the center line of this sampled portion and the Y-axis is taken along the direction of longitudinal scale factor, and if the roughness curve is expressed by " $y = f(x)$ ", then the arithmetic mean roughness (Ra) can be determined by the following equation:

[0031]

[Eq. 1]

$$R(a) = \frac{1}{lm} \int_0^{lm} \{f(x)\} dx$$

[0032]

Therefore, the arithmetic mean roughness (Ra) is a value that can be approximated by an average of absolute

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



values from the center line to the roughness curve in the longitudinal direction.

[0033]

[Eq. 2]

$$5 \quad R(a) \doteq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f(x_i)|$$

[0034]

Also, the root-mean-square roughness (Rms) refers to a standard deviation which is determined under the conditions that, given a reference length which is sampled out of the roughness average along the direction of the average value, the X-axis is taken along the direction of the center line of this sampled portion and the Y-axis is taken along the direction of longitudinal scale factor, the standard deviation representing angles of slanted portions of the bumps and dips.

[0035]

[Eq. 3]

$$Rms = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{N}}$$

[0036]

Further, given a reference length which is sampled out of the roughness curve along the direction of the average line, when the sum of lengths of average lines corresponding to one crest and its adjacent crest in the sampled portion is determined, the arithmetic mean value (Sm) of spacings of numerous bumps and dips is preferably not less than 50 nm. If  $Sm \geq 50$  nm, then the distance

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

between crests is not less than 50 nm, making it possible that crystal grain aggregates constituting one crest can become greater, resulting in such a trapezoidal shape as shown in Fig. 1. It is noted here that reference character  $S_{mi}$  denotes the spacing between bump and dips, and  $n$  denotes the number of spacings between bumps and dips within the reference length.

[0037]

[Eq.4]

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

[0038]

[Examples].

Example 1:

On a 20  $\mu\text{m}$  thick polyethylene terephthalate film having an about 5  $\mu\text{m}$  acrylic hard coat, an ITO film is formed as a transparent conductive film by sputtering process at a film formation temperature of 130°C. Further, an aging is performed at a temperature around 150°C, by which a transparent conductive film having a crystal grain size (R) distributed within a range of 40 - 60 nm is fabricated. A 125  $\mu\text{m}$  polyethylene terephthalate film having an about 5  $\mu\text{m}$  acrylic hard coat on the rear surface is laminated, in advance, on hard coat surface of the transparent conductive film with an adhesive layer interposed therebetween.

[0039]

Also, by using, as the lower electrode substrate,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

a 1.1 mm thick glass dip-coated on both sides with  $\text{SiO}_2$ , and with the substrate temperature set to  $250^\circ\text{C}$ , a 15 nm thick ITO film is formed as a transparent conductive film by sputtering process. As a result of observation by an atomic force microscope (SPM-9500 made by Shimadzu Seisakusho K.K.), the crystal grain size (R) is distributed within a range of 40 - 60 nm.

[0040]

A transparent touch panel using the above film and the glass as electrodes is fabricated, and an input is made in a lattice shape by loading a polyacetal pen with a total weight of 20 g. As a result, a stable input is able to be achieved without causing line distortions or breaks.

[0041]

Further, as a result of measuring the voltage upon input operation with 5 V applied to this transparent touch panel, a stable value of 4.6 V is shown.

[0042]

Furthermore, after the transparent touch panel is subjected to a humidity heat test at  $60^\circ\text{C}$  and 95% RH for 500 hours, a similar lattice input test is performed. As a result, the transparent touch panel shows no changes from the initial state. Also, as a result of performing an input voltage measurement, the transparent touch panel shows a stable value of 4.6 V, with absolutely no changes from the initial value, thus being usable with light touch inputs without any issue.

[0043]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Example 2:

A transparent conductive film is formed on a polyethylene terephthalate film in the same way as in Example 1 except that the film formation temperature is set to 100°C. As a result of measuring the arithmetic mean roughness (Ra) of the surface of the transparent conductive film, the arithmetic mean roughness (Ra) is that  $0.4 \text{ nm} \leq \text{Ra} \leq 1.2 \text{ nm}$ , and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.8.

[0044]

Also, a transparent conductive ink composition is printed on a  $\text{SiO}_2$ -coated 300 mm x 300 mm x 1.1 mm soda glass substrate by the aforementioned thin film formation system (Angstromer™, In-Line type, made by Nissha Printing Co., Ltd.).

[0045]

The glass substrate, after preliminarily dried by hot plate, is burned at 540°C with a conveyor type atmosphere separating oven and subsequently cooled from 540°C to room temperature in a nitrogen atmosphere containing a trace amount of hydrogen gas within the conveyor type atmosphere separating oven, by which a 10 nm thick transparent conductive film is obtained. As a result of observation with an atomic force microscope (SPM-9500 made by Shimadzu Seisakusho K.K.), the crystal grain size (R) is distributed within a range of 10 - 30 nm.

[0046]

As a result of measuring the arithmetic mean

**HIS PAGE BLANK (USPTO)**



roughness (Ra) of the surface of the transparent conductive film, the arithmetic mean roughness (Ra) is that  $0.4 \text{ nm} \leq \text{Ra} \leq 0.8 \text{ nm}$ , and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.65. Also, Sm representing the spacing between crests is 57 nm.

[0047]

A transparent touch panel using the above film and the glass as electrodes is fabricated, and an input is made in a lattice shape by loading a polyacetal pen with a total weight of 20 g. As a result, a stable input is able to be achieved without causing line breaks or line distortions.

[0048]

Further, as a result of measuring the voltage upon input operation with 5 V applied to this transparent touch panel, a stable value of 4.5 V is shown.

[0049]

Furthermore, after the transparent touch panel is subjected to a humidity heat test at  $60^{\circ}\text{C}$  and 95% RH for 500 hours, a similar lattice input test is performed and then input voltage is measured. As a result, the transparent touch panel shows an input voltage of 4.5 V, similar to the initial value, thus free from any issues with light touch inputs. Also, as a result of evaluating, with lattice inputs, an input state after a 150000-character continuous input test, a stable lattice is able to be drawn without causing line breaks.

[0050]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Example 3:

A transparent conductive film is formed on a polyethylene terephthalate film in the same way as in Example 1 except that the film formation temperature is set to 150°C and that an aging is performed at 150°C for several hours. The crystal grain size (R) is distributed within a range of 40 - 100 nm. The arithmetic mean roughness (Ra) of the surface of the transparent conductive film is that  $1.1 \text{ nm} \leq Ra \leq 2.3 \text{ nm}$  and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.9.

[0051]

Also, a transparent conductive ink composition is printed on a SiO<sub>2</sub>-coated 300 mm x 300 mm x 1.1 mm soda glass substrate by the aforementioned thin film formation system (Angstromer™, In-Line type, made by Nissha Printing Co., Ltd.).

[0052]

The glass substrate, after preliminarily dried by hot plate, is burned at 540°C with a conveyor type atmosphere separating oven and subsequently cooled from 540°C to room temperature in a nitrogen atmosphere containing a trace amount of hydrogen gas within the conveyor type atmosphere separating oven, by which a 20 nm thick transparent conductive film is obtained. As a result of observation with an atomic force microscope (SPI3600 made by Seiko Denshi Kogyo K.K.), the crystal grain size (R) is distributed within a range of 40 - 60 nm.

[0053]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Further, as a result of measuring the arithmetic mean roughness (Ra) of the film surface, the arithmetic mean roughness (Ra) is that  $0.4 \text{ nm} \leq \text{Ra} \leq 0.8 \text{ nm}$  and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.70.

5 [0054]

A transparent touch panel using the above film and the glass as electrodes is fabricated, and an input is made in a lattice shape by loading a polyacetal pen with a total weight of 20 g. As a result, a stable input is able  
10 to be achieved without causing line breaks or line distortions.

[0055]

Further, as a result of measuring the voltage upon input operation with 5 V applied to this touch panel,  
15 a stable value of 4.65 V is shown.

[0056]

Furthermore, after the transparent touch panel is subjected to a humidity heat test at 60°C and 95% RH for 500 hours, a similar lattice input test is performed and  
20 then input voltage is measured. As a result, the transparent touch panel shows a value of 4.65 V, similar to the initial value, thus free from any issues with light touch inputs.

[0057]

25 Comparative Example 1:

A transparent conductive film is formed on a polyethylene terephthalate film in the same way as in Example 1 except that the aging process is omitted. As a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

result, the crystal grain size is distributed within a range of 10 - 20 nm. Also, by using, as the lower electrode substrate, a 1.1 mm thick glass dip-coated on both sides with  $\text{SiO}_2$ , and with the substrate temperature set to 150°C, a 10 nm thick ITO film is formed as a transparent conductive film by sputtering process. As a result of observation by an atomic force microscope (SPI3600 made by Seiko Denshi Kogyo K.K.), the crystal grain size (R) is distributed within a range of 20 - 30 nm.

[0058]

A transparent touch panel using the above film and the glass as electrodes is fabricated, and an input is made in a lattice shape by loading a polyacetal pen with a total weight of 20 g. As a result, although there are no line breaks, line distortions occur, so that a stable input is unable to be achieved.

[0059]

Further, as a result of measuring the voltage upon input operation with 5 V applied to this transparent touch panel, unstable values of 4.3 - 4.4 V are shown.

[0060]

Furthermore, after the transparent touch panel is subjected to a humidity heat test at 60°C and 95% RH for 500 hours, a similar lattice input test is performed. As a result, line distortions are larger as compared with those of the initial state, even line breaks occur, and besides input-disabled places are observed. Further, as a result of measuring input voltage, the transparent touch panel

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



shows values of 4.0 - 4.3 V, even lower than the initial values, thus unusable with light touch inputs.

[0061]

Comparative Example 2:

5           A transparent conductive film is formed on a polyethylene terephthalate film in the same way as in Comparative Example 1. As a result, the crystal grain size (R) is distributed within a range of 10 - 20 nm. The arithmetic mean roughness (Ra) of the surface of the  
10 transparent conductive film is that  $0.1 \leq Ra \leq 0.25$  nm and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.55.

[0062]

          Also, by using, as the lower electrode substrate, a 1.1 mm thick glass dip-coated on both sides with  $SiO_2$ ,  
15 and with the substrate temperature set to 80°C, a 15 nm thick ITO film is formed as a transparent conductive film by sputtering process. As a result of observation by an atomic force microscope (SPI3600 made by Seiko Denshi Kogyo K.K.), the crystal grain size (R) is distributed within a  
20 range of 10 - 15 nm. The arithmetic mean roughness (Ra) of the surface of the transparent conductive film is that  $0.1 \leq Ra \leq 0.22$  nm and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.35.

[0063]

25           A transparent touch panel using the above film and the glass as electrodes is fabricated, and voltage upon input operation is measured by loading a polyacetal pen with a total weight of 20 g and with 5 V applied. As a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

result, unstable values of 4.2 - 4.3 V are shown.

[0064]

Furthermore, after the transparent touch panel is subjected to a humidity heat test at 60°C and 95% RH for 500 hours, a similar lattice input test is performed. As a result, line distortions are larger as compared with those of the initial state, even line breaks occur, and besides input-disabled places are observed. Further, as a result of measuring input voltage, the transparent touch panel shows values of 3.7 - 4.0 V, even lower than the initial values, thus unusable with light touch inputs. Also, as a result of evaluating, with lattice inputs, an input state after a 150000-character continuous input test, 3.9 - 4.1 V places are partly detected.

[0065]

#### Comparative Example 3:

A transparent conductive film is formed on a polyethylene terephthalate film in the same way as in Example 3.

[0066]

Also, a transparent conductive ink composition is printed on a SiO<sub>2</sub>-coated 300 mm x 300 mm x 1.1 mm soda glass substrate by a thin film formation system (Angstromer™, In-Line type, made by Nissha Printing Co., Ltd.).

[0067]

The glass substrate, after preliminarily dried by hot plate, is burned at 500°C with a conveyor type

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

atmosphere separating oven and subsequently cooled from 500°C to room temperature in a nitrogen atmosphere containing a trace amount of hydrogen gas within the conveyor type atmosphere separating oven, by which a 10 nm thick transparent conductive film is obtained. As a result of observation with an atomic force microscope (SPI3600 made by Seiko Denshi Kogyo K.K.), the crystal grain size (R) is distributed within a range of 10 - 30 nm. Further, as a result of measuring the arithmetic mean roughness (Ra) of the surface of the transparent conductive film, the arithmetic mean roughness (Ra) is that  $0.1 \leq Ra \leq 0.4$  nm and the root-mean-square roughness (Rms) is 0.35.

[0068]

A transparent touch panel using the above film and the glass as electrodes is fabricated, and an input is made in a lattice shape by loading a polyacetal pen with a total weight of 20 g. As a result, although there are no line breaks, line distortions occur, so that a stable input is unable to be achieved.

[0069]

Further, as a result of measuring the voltage upon input operation with 5 V applied to this transparent touch panel, unstable values of 4.3 - 4.4 V are shown.

[0070]

Furthermore, after the transparent touch panel is subjected to a humidity heat test at 60°C and 95% RH for 500 hours, a similar lattice input test is performed. As a result, line distortions are larger as compared with those

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of the initial state, even line breaks occur, and besides input-disabled places are observed. Further, as a result of measuring input voltage, the transparent touch panel shows values of 4.0 - 4.3 V, even lower than the initial values, thus unusable with light touch inputs.

[0071]

[Effects of the Invention]

Since the transparent touch panel of the present invention is constituted as described above, the transparent touch panel has the following excellent effects.

[0072]

The transparent touch panel of the present invention is so controlled that the crystal grain size (R) of the metallic oxide forming the transparent conductive film on at least one substrate falls within a range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$ . Thus, the transparent touch panel is capable of reducing the contact resistance upon light touch inputs, thus suitable for light touch inputs.

[0073]

Also, the transparent touch panel of the present invention is so controlled that the transparent conductive film on at least one substrate has an arithmetic mean roughness (Ra) of its surface within the range of  $0.4 \text{ nm} \leq Ra \leq 3.0 \text{ nm}$  and the root-mean-square roughness (Rms) of 0.6 or more. Thus, the transparent touch panel is capable of ensuring a contact area and superior in sliding characteristics upon light touch inputs, thus suitable for light touch inputs.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[0074]

Also, the transparent touch panel of the present invention is so controlled that the crystal grain size (R) of the metallic oxide of the transparent conductive film on at least one substrate is within the range of  $40 \text{ nm} \leq R \leq 200 \text{ nm}$  and that the transparent conductive film has an arithmetic mean roughness (Ra) of its surface is within the range of  $0.4 \text{ nm} \leq Ra \leq 3.0 \text{ nm}$  and a root-mean-square roughness (Rms) of 0.6 or more. Thus, the transparent touch panel is capable of reducing the contact resistance upon light touch inputs and ensuring the contact area and further superior in sliding characteristics, thus suitable for light touch inputs.

[Brief Description Of The Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a schematic sectional view showing a surface shape of a transparent conductive film of a transparent touch panel according to the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is an atomic force microscope photograph showing crystal grain size of a metallic oxide of the transparent conductive film of the transparent touch panel of the present invention.

[Fig. 3] Fig. 3 is a perspective view showing a method for observing a voltage drop due to contact resistance between the transparent conductive films of the transparent touch panel.

[Fig. 4] Fig. 4 is a circuit diagram showing a method for observing a voltage drop due to contact resistance between the transparent conductive films of the transparent touch

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

panel.

[Fig. 5] Fig. 5 is a schematic sectional view showing a surface shape of a transparent conductive film of a transparent touch panel according to the conventional art.

5 [Explanation of Reference Numerals]

1: transparent conductive film

2: pen

3: bus bar

4: upper electrode

10 5: lower electrode

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(Document Name) Drawings

Fig. 1

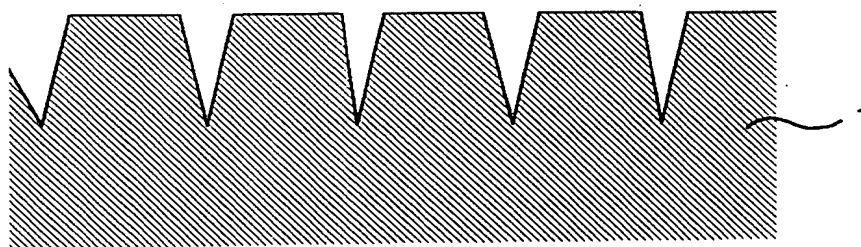


Fig. 2

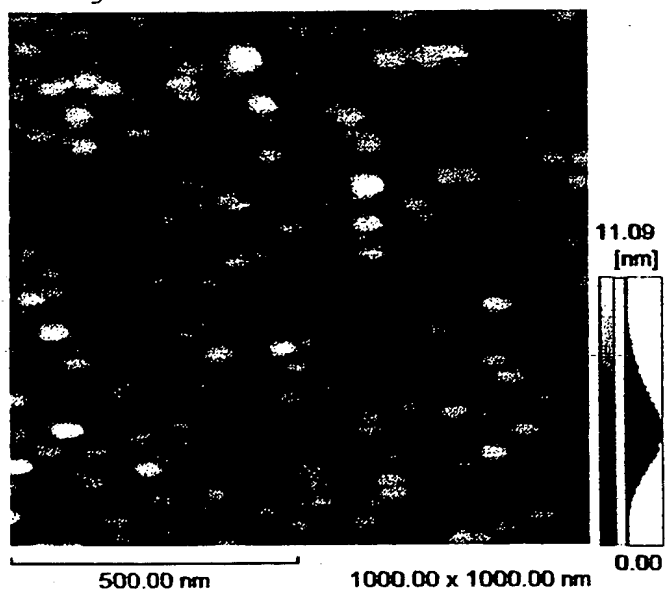
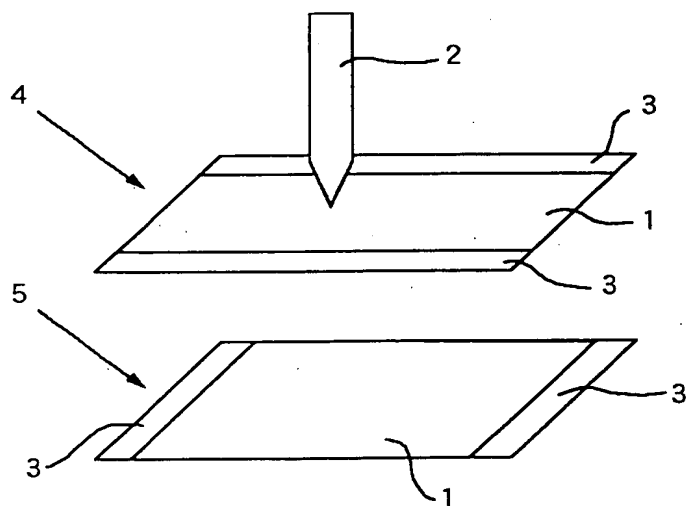


Fig. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 4

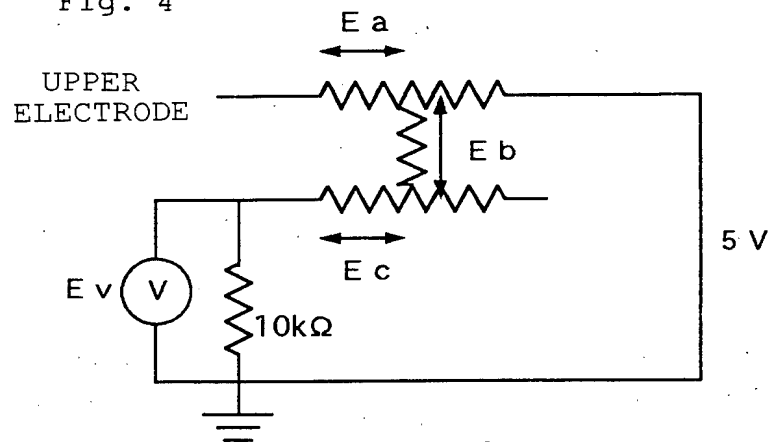
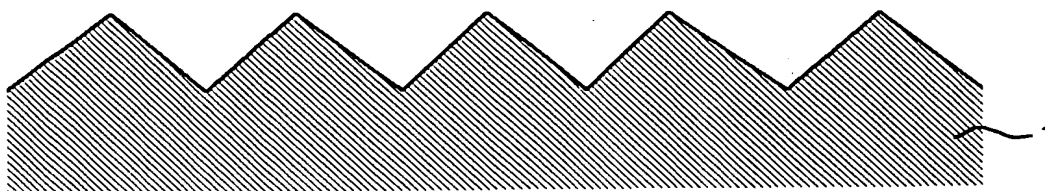


Fig. 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Document Name]                      Abstract

[Abstract]

[Object]                      To provide a transparent touch panel capable of performing stable, light touch inputs.

5                      [Means for Solution]                      In a transparent touch panel in which a lower electrode 5 made of a transparent conductive film 1 provided on a lower electrode substrate and an upper electrode 4 made of a transparent conductive film 1 provided on an upper electrode substrate are stacked so as to be spaced from each other by spacers, crystal grain size (R) of a metallic oxide of the transparent conductive film 1 constituting at least one electrode is within a range of 40 nm  $\leq$  R  $\leq$  200 nm, and the surface of the transparent conductive film 1 has an arithmetic mean roughness (Ra) within a range of 0.4 nm  $\leq$  Ra  $\leq$  3.0 nm and a root-mean-square roughness (Rms) of 0.6 or more.

10

15

[Selected Figure]                      Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

JP10-189542

Document Name: Official Correction Data

Corrected Document: Application for Patent

Approved of Supplemented Data:

Applicant

Identification No.: 000231361

Address: 3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Nissha Printing Co., Ltd.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

JP10-189542

Applicant Record

Identification No.: 000231361

1. Date of Registration: August 7, 1990 (newly recorded)

Address: 3, Mibu Hanai-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto-fu, Japan

Name: Nissha Printing Co., Ltd.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**